噩 菰 學 Þ 概 E

特開2002-352225 (11)特許出版公開發序

(43)公開日 平成14年12月6日(2002.12.6) (P2002-352225A)

G08G			GOST	(51) Int.Cl.7
1/16		7/00	1/00	
	300		330	機則加多
G08G			GOST	ΡI
1/16		7/00	1/00	
n	300E	O	330A	4
	9607S	5H180	A 58057	·

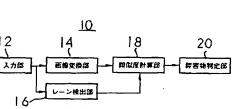
等交替求 未結束 結束項の数 9 OL (全 14 頁)

75	最終其它統へ			
	护理士 嶌田 斑子 (外3名)			
		(74)代理人 100059225		
	式会社東芝研究開発センター内			
奪	神疾川県川崎市幸区小向東芝町 1 番炮			
	股邦 光	(72) 発明者		
	式会社東芝研究開発センター内			
楪	神疾川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株			
	武田 佰之	(72) 発明者		
	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号		平成13年5月23日(2001.5.23)	(22) 山城日
	株式会社東芝			
	000003078	(71)出版人 000003078	特配2001-154569(P2001-154569)	(21)出資條字
1				

(54) [発説の名称] 障害物板出投資及びその方法

いても、先行中や歩行者等の障害物を高精度に検出す や周辺環境が路面に映り込みが発生している状況下にお 【製題】 雨天時のような道路面が濡れた状態で障害物

りカメラ1画像を奴換する画像奴換部14と、カメラ2 度の扱から降害物を改出する障害物制定期20とからな 処理領域間の類似度を各々求める類似度計算第18と、 **するフーン夜辺路16と、フーン内の低級の固なレイン** から得られる国像の特徴から道路上の走行フーンを夜田 メラ 2 画像の対応する画界点に変換する画像変換下によ 部12と、カメラ1画像の道路面領域内の画界点を、カ 類似度計算部18で求められる道路領域上の2つの類似 像の処理領域間の類似度とカメラ2画像及び変換画像の を行う処理領域を設定し、カメラ1頭像及びカメラ2面 メラ2回食団、カメラ2回像-炙後回食団の回食団資料 【解決手段】 2 台のカメラから画像を入力する画像入力 口部物が道路面と接地するとしてカメラ1画像ーカ



【特許請求の範囲】

知省物検出装置において、 通の視野にある基準平面上に存在する障害物を検出する 【請求項1】2台のカメラを用いて、これらカメラの非

前記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力す

変換に基力いて、第1回像を変換画像へ変換する画像数 10 されたものであって、第1回像の基準平面倒域内の任為 の画菜点を、第2画像の対応する画菜点へ変換する画像 基準平面と前記2台のカメラの幾何学的関係から導き出

る類似度計算手段と、 画像ラインを画像擬方向に移動させながら第2画像と変 第2画像の処理領域間における画像縦方向の関数であっ 物と基準平面との接地線であると仮定して、 首記画像ラ の関数であって、両画像の類似性を示す類似度Pを求め 機画像との画像開演算の処理領域間における画像縦方向 て、両画像の類似性を示す類似度Dを求め、また、前記 との画像間演算の処理館域を複数設定して、第1画像と 第2画像の所定の領域内の任意の画像ラインが前記障害 インを画像縦方向に移動させながら第1画像と第2画像

判定手段と、 度Dと類似度Pに基づいて前記障害物を検出する障害物 前記類仮度計算手段で求められた基準平面領域上の類似

を有することを特徴とする障害物検出装置 【請求項2】前記障害物判定手段は、

項1記載の障害物検出装置。 前記類似度計算手段で求められる基準平面領域上の類似 何記降語物が存任すると判断することを特徴とする請求 度Dと類似度Pとの差Kを求め、この差が大きい位置に

の幅や高さを散定することを特徴とする請求項1、2記 第2画像上の画像縦方向の位置に基づいて前記処理領域 戦の阿密物板出装置。 【請求項3】前記類似度計算手段において、

る類似度の差Kが存在しないときには障害物が無いと 全ての画像縦方向について予め設定された岡値以上とな 【請求項4】前記障害物検出手段において、

物を吸出することを特徴とする請求項 2 記載の障害物校 存在するときには、前記関値以上のKの領囲で前記障害 40 画像縦方向について前記閾値以上となる類似度の差Kが

前記障害物判定手段において、 る処理領域で各々類似度D; 、類似度P;を求め、 種類の異なる関数を用意して、前記各関数によって決ま 処理領域の幅、高さを決めるn (但し、1<1=<n) [請求項5] 前記類似度計算手段において

の検出した障害物位置の全て、一部、または、最も前記 50 前記各関数によって生成された処理領域年の類似度D Ⅰ 、類似度PⅠ 、から各々障害物位置を検出し、そ

12

徴とする請求項1、2記載の障害物級出装置。 値によって関値処理した結果をKin(y)とし、 y方向を画像様方向として、K (y)に対し0以上の図 両カメラに近い位置を前記障害物の位置とすることを特 【翻求項6】前記知音物判定手段において、

 $\sum K_{i,k}(y)=0$

それ以外の場合にはαを0から1の定数とし、 を資允す時に前記降留物が無いと判定し、

$$|\alpha \sum_{y} K_{th}(y) - \sum_{y} K_{th}(y)|$$

メラを用いて前記障害物をそれぞれ検出し、 を特徴とする請求項2から4記載の四海物校出装置。 を碌小とするy0 を障害物の位置とする判定すること 【請求項7】3台以上のカメラの中から任意の2台のカ

最も近い障害物の位置を選択して出力することを特徴と する請求項1から5記載の障害物板出装置。 前記複数の障害物の検出結果、または、これらカメラに 【請求項8】2台のカメラを用いて、これらカメラの共

る画像入力ステップと、 前記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力す

韓国物級川方法において、

通の視野にある基準平面上に存在する障害物を検出する

変換に基づいて、第1画像を変換画像へ変換する画像変 の画珠点を、第2画像の対応する画森点へ変換する画像 |基準平面と前記2台のカメラの幾何学的関係から導き出 されたものであって、第1回像の基準平面領域内の任意

像縦方向の関数であって、両画像の類似性を示す類似度 第2画像の所定の領域内の任意の画像ラインが前記障害 Pを求める類似度計算ステップと、 画像と変換画像との画像間波算の処理領域間における画 画像と第2画像の処理領域間における画像様方向の関数 物と基準平面との接地線であると仮定して、前記画像ラ た、前記画像ラインを画像擬方向に移動させながら第2 であって、両画像の類似性を示す類似度口を求め、ま 2 画像との画像川淡算の処理領域を複数設定して、第1 インを画像挺方向に移動させることにより第1画像と第

害物判定ステップと、 前記類似度計算ステップで求められた基準平面領域上の 類似度Dと類似度Pに基プいて前記障害物を検出する障

を有することを特徴とする阿宙物検出方法。

障害物検出方法をコンピュータによって実現するプログ 通の視野にある基準平面上に存住する障害物を検出する 【請求項9】2台のカメラを用いて、これらカメラの共

前記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力す

学的関係から砕き出されたものであって、第1画像の基 **停平面倒域内の任意の画業点を、第2画像の対応する画 発点へ変換する画像変換に基づいて、第1画像を変換画** る耐像入力機能と、基準平価と前記2台のカメラの幾何 像へ変換する画像変換機能と、

画像と第2画像の処理領域間における画像縦方向の関数 第2回條の所定の領域内の任義の画像ラインが前記障害 物と基準平而との接地線であると仮定して、前記画像ラ インを画像擬方向に移動させることにより第1画像と第 2 画像との画像開演算の処理領域を複数設定して、第1 保経方向の関数であって、両面像の類似性を示す類似度 た、前記画像ラインを画像縦方向に移動させながら第2 阿保と変換阿保との阿保田資料の処理領域国における画 であって、両面像の類似性を示す類似度Dを求め、ま Pを求める類似度計算機能と、

度Dと類似度Pに基づいて前記障害物を検出する障害物 判定機能と、をコンピュータによって実現することを特 前記類似度計算機能で求められた基準平面領域上の類似 **微とする障害物検出方法のプログラム。**

[発明の詳細な説明]

[0000]

【発明の属する技術分野】本発明は、主として、自動車 の安全選帳の支援や自動走行を実現するために、車載力 メラにより、先行車、駐車車両、歩行者等、道路上に存 任する解害物を依旧する解害物検用装置及びその方法に

[0002]

【従来の技術】障害物を検知するための技術は、レーザ や超音波等を利用するものと、TVカメラを利用するも 超音波を利用するものは超音波の解像度が低いため、降 害物の検用精度に問題がある。また、レーザや超音被等 を川いる能動センサ単独では走行レーンの認識ができな のに大別できる。レーザを科川するものは高価であり、

[0003] これに対し、TVカメラは比較的安価であ り、解像度や計測精度、計測範囲の而からも障害物検出 カメラを用いる場合、1台のカメラを使用する方法と複 に適する。また、走行レーンの認識も可能である。TV 数台のカメラ (ステレオカメラ) を使用する方法があ

[0004] 1台のカメラを使用する方法は、そのカメ スチャ等の情報を手がかりにして道路領域と障害物領域 ラで描影した1枚の画像から、輝度や色、あるいはテク

【0005】例えば、画像中で彩度の低い中程度の輝度

存在するため、この方法で陥害物領域と道路領域を切り それ以外の領域を晾咨物領域とする。しかし、道路と似 た原度、色、あるいはテクスチャを持つ障害物も数多く 領域、つまり灰色の領域を抽出し道路領域を求めたり、 テクスチャの少ない領域を求めて、道路領域を抽出し、

分けるのは困難である。

【0006】これに対し、複数台のカメラを用いる方法 は3次元情報を手がかりにして陥害物を検出する。この 方法は一般に「ステレオ視」と呼ばれる。 【0007】ステレオ視とは、例えば2つのカメラを左 右に配置し、3次元空間中で同一点である点を左右画像 **町でな朽づけ、三角藺町の竪ھで、その点の3次元位題** を求めるものである。各カメラの道路平面に対する位置 や姿勢等を予め求めておくと、ステレオ机により画像中 の任意の点の道路平面からの高さが得られる。このよう 1台のカメラを川いる場合のような問題を回避すること にすることにより、高さの有無によって障害物領域と道 路筑域を分離することができる。ステレオ視によれば、 が可能である。

上の任意の点のステレオカメラに固定した座標系(以下 点を左右の画像用で対応づける際に必要な探索計算を意 味し、計算コストが極めて高いという問題がある。対応 【0008】しかし、道常のステレオ視には、対応点標 楽という問題がある。ステレオ視とは、一般的には画像 ではステレオカメラ座標系と呼ぶ) に対する3次元位置 を求める技術である。対応点探索は空間中で同一である 点探索は、ステレオ視の実用化を妨げる要因の一つとな っている。

【0009】この点、特開2001-76128や特開 2000-293693で示される手法はステレオカメ ラを用いながらも対応探索処理を行うことなく、非常に 高速に道路上の障害物を検用する方法(以下、従来手法 と呼ぶ)を提供している。

定し、ステレオカメラと道路面の幾何学的関係からある 他方のカメラ画像(カメラ2画像)の道路面領域上の対 を画像変換下により変換した画像(変換画像)とカメラ 【0010】これらの従来手法では、道路面を平面と仮 カメラ画像 (カメラ1画像) の道路面領域上の画業点を 応回素点に対応付ける阿像変換Tを求め、カメラ1面像 2.回像の違いから障害物を検出している。 ひまり画像変 換Tによって、カメラ1画像に映っている道路面領域上 の任意の画案は正しくカメラ2画像の対応画案に変換さ 物)領域上の画界は正しく対応画界に変換されないこと から、その差をとることにより障害物を高速に検出して れるのに対し、高さを持っている物体(すなわち障害

[0011]

【発明が解決しようとする標題】しかしながら、雨天時 の瀟れた路面の様に、障害物や道路周辺の構造物、環境 の映り込みが生じている場合には、道路面上で高さが0 以外の物体を検旧する従来手法では正しく陥害物を検出 することができなかった。

校によって虚像は正しく対応画業に変換されないためで 【0012】なぜなら、路面への吹り込みは仮想的に負 の高さを持つ物体と見做せるためであり、前記の画像変

【0013】そこで、本発明は上記事情を鑑みてなされ たもので、従来手法と同様のステレオ対応付けが必要無 いといった特徴を持ちながら、道路而に映り込みが生じ た場合にも正しく障害物を検出できる障害物検出装置及 びその方法を提供する。

単平面上に存在する障害物を検出する障害物検出装置に の処理領域を複数散定して、第1画像と第2画像の処理 【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、2台 のカメラを用いて、これらカメラの共通の視野にある基 **おいて、危記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞ** 画像の基準平面領域内の任意の画案点を、第2画像の対 **応する陋菜点へ変換する画像変換に基づいて、第1画像** を変換画像へ変換する画像変換手段と、第2画像の所定 向に移動させながら第1画像と第2画像との画像田濱草 領域間における画像擬方向の関数であって、両画像の類 以性を示す類似度Dを求め、また、前記画像ラインを画 像経方向に移動させながら第2画像と変換画像との画像 手段と、前記類似度計算手段で求められた基準平面領域 る障害物判定手段と、を有することを特徴とする障害物 れ入力する画像入力手段と、基準平面と崩犯2台のカメ の領域内の任意の画像ラインが前記障害物と基準平面と の接地級であると仮定して、前記画像ラインを画像縦方 て、両画像の類似性を示す類似度Pを求める類似度計算 **ラの幾何学的関係から導き出されたものであって、第1** 上の類似度Dと類似度Pに基づいて前記的音物を検出す 間液算の処理領域間における画像縦方向の関数であっ

は、前記類似度計算手段で求められる基準平面領域上の 類似度Dと類似度Pとの差Kを求め、この差が大きい位 置に前記障害物が存在すると判断することを特徴とする [0015] 請求項2の発明は、前記障害物判定手段 請求項1記載の障害物検出装置である。

おいて、第2画像上の画像維方向の位置に基づいて前記 処理領域の幅や高さを設定することを特徴とする請求項 [0016] 請求項3の発明は、前記類似度計算手段に 1、2 記載の障害物検出装置である。

おいて、全ての画像擬方向について予め設定された関値 【0017】請求項4の発明は、前記障害物検出手段に 以上となる類似度の差Kが存在しないときには陥害物が 無いとし、画像様方向について前記図値以上となる類似 **哦の差Kが存在するときには、前記関値以上のKの範囲** で前記的咨物を検出することを特徴とする請求項2記載 の障害物検出装置である。

を求め、前記障害物判定手段において、前記各関数によ [0018] 請求項5の発列は、前記類似度計算手段に =<n)価額の異なる関数を用意して、前配各関数によ おいて、処理領域の幅、高さを決めるn(団し、1<1 って決まる処理領域で各々類似度DI, 類似度 DI

特開2002-35225

3

位置を前記障害物の位置とすることを特徴とする請求項 物位間の全て、一部、または、最も前記両カメラに近い 1、から各々障害物位置を検出し、その検出した障害 って生成された処理領域毎の類似度D1,類似度P 1,2 記載の障害物検出装置である。

【0019】 請求項6の発明は、前記障害物判定手段に おいて、y 方向を画像縦方向として、K (y) に対し0 以上の関値によって関値処理した結果をKth(y)と

[数3]

$$\sum K_{th}\left(y\right)=0$$

を潜たす時に前記障害物が無いと判定し、それ以外の場 合には a を 0 から 1 の定数とし、

[数4]

$$|\alpha \sum K_{th}(y) - \sum^{m} K_{th}(y)|$$

を特徴とする請求項2から4記載の障害物検出装置であ を取小とするy 0 を障害物の位置とする判定すること

[0020] 請求項7の発明は、3台以上のカメラの中 から任意の2台のカメラを用いて前記障害物をそれぞれ 検出し、前記複数の障害物の検出結果、または、これら カメラに最も近い障害物の位置を選択して出力すること を特徴とする請求項1から5記載の障害物検出装置であ

する障害物を検出する障害物検出方法において、前記両 へ変換する画像変換ステップと、第2画像の所定の領域 内の任意の画像ラインが前記障害物と基準平面との接地 助させることにより第1画像と第2画像との画像間演算 の処理領域を複数設定して、第1画像と第2画像の処理 領域間における画像縦方向の関数であって、両画像の類 似性を示す類似度Dを求め、また、前記画像ラインを画 て、これらカメラの共通の視野にある基準平而上に存在 カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力する画像 入力ステップと、基準平而と前記2台のカメラの幾何学 的関係から導き出されたものであって、第1回像の基準 平面領域内の任意の画紫点を、第2画像の対応する画紫 点へ変換する画像変換に基づいて、第1画像を変換画像 数であると仮定して、値記画像ラインを画像縦方向に移 像縦方向に移動させながら第2面像と変換画像との画像 [0021] 請求項8の発明は、2台のカメラを用い 間液質の処理領域間における画像縦方向の関数であっ

て、両画像の類似性を示す類似度Pを求める類似度計算 ステップと、前記類似度計算ステップで求められた基準 平面領域上の類似度Dと類似度Pに基づいて前記障害物 を検出する障害物判定ステップと、を有することを特徴 とする障害物検出方法である。

[0022] 請求項9の発明は、2台のカメラを用い

S

四部物域出方法のプログラムである。 段Pに基プいて前記障害物を検出する障害物判定機能 計算機能で求められた基準平面領域上の新収度Dと類似 を示す類似度Pを求める類似度計算機能と、前記類似度 凹における回復抵方向の因数であって、両回復の類似性 せながら第2回像と奴技国像との回像語資料の処理質項 Dを求め、また、前記画像ラインを画像縦方向に移動さ 像挺方向の関数であって、両画像の類似性を示す類似度 数法して、第1画像と第2画像の処理領域間における画 り第1個像と第2個像との個像間演算の処理領域を複数 て、向記画像ラインを画像縦方向に移動させることによ 保贷收费能と、第2回保の所定の領域内の任政の直保ラ 国政党表に基力いて、第1国政を政政国政へ政裁する国 任意の画界点を、第2画像の対応する画界点へ変換する を出されたものであって、第1回像の基準平面領域内の 第1 画像と第2画像がそれぞれ入力する画像入力機能 よって災現するプログラムにおいて、前記両カメラから する障害物を使出する障害物使出方法をコンピュータに て、これらカメラの共通の視野にある基準平面上に存在 と、をコンピュータによって爽現することを特徴とする インが前記降当物と基準平面との接地数であると仮定し **拈草平面と前記2台のカメラの幾何学的関係から導** 2 =

従い説明する。 【発明の炎筋の形態】以下で、本発明の実施例を図面に

(0023)

する先行中や歩行者等の障害物を検出する状況を想定し ぶ) が道路面(基準平面)上を走行し、道路面上に存在 を搭載した単(ステレオカメラを搭載した単を自単と呼 【0024】本浜施例では、左右2台のステレオカメラ

物判定部20から構成される。これら各数部は、コンピ る機能が実現される。 ュータに記憶されたプログラムによって、下記で説明す 数第14、ワーン改出第16、類反政計算第18、資資 10の機略構成を示すもので、画像入力部12、画像変 【0025】図1は、本変施例における障害物検出装置

上に固定された2台のカメラ(ステレオカメラ)から画* 【0027】(画像入力部12)画像入力部12は車両 [0026] 以下各部の評価について説明する。

(数5)

$$\begin{bmatrix} \mathbf{z}_1 \\ \mathbf{y}_1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{23} & p_{23} & p_{24} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

カメラ1のカメラバラメータも同様に4×3の行列で表

* 像を入力する (図2 参照)。 【0028】後述するように、路面上に平面があるもの

として無視できる喧屈では、必ずしも満たす必服は無 えば、回転補正等)が可能な範囲や、後述の処理で制芸 は光樹が平行で、光樹に関して回転が無いものとする。 領域間で類似度を求めることになるため、2台のカメラ と仮定して、この2台のカメラで得られた画像上の対応 【0029】但し、この条件は、カメラ画像の補正(例

変換によってカメラ1画像を変換して変換画像を生成す **ナレオカメラと道路面の数向学的関係から舞き出される** 【0030】(画像変換器14)画像変換器14は、ス

応付けるような画像変換である(図3参照)。 A 2 としたときに、画染点A 1 を画染点A 2 に対 た道路面上の任数の点Aを各々画像上の座談でAi, 【0031】この変換は、カメラ1とカメラ2で撮像し

手法で詳述されている。 る。このような画像変換の求め方の例は、前記した従来 をカメラ2の視点に変換するような画像変換となってい 【0032】 つまり、道路面領域に関してカメラ 1 画像

によって阿容物を見つけ出している(図4参照)。 計算して、この歪みによって生じる相談を検出すること 換される。これに対し、空間中で高さのある物体は画像 中で倒れ込むような歪みを伴って変換されることを利用 道路面上の画茶は画像変換Tによって正しく対応点に変 し、カメラ2画像とカメラ1画像の変換画像の遊分等を 【0034】ここで、脳療療数下について説明する。 【0033】この従来手法では、カメラ1画像における

像(基準画像)の道路画の位置に等しくなるように、数 の位置(画像中の技形位置)を、カメラ2で得られた画 何的な奴奴を行うことが可能である。 【0035】一般に、カメラ1で得られた画像の道路面

なつめる。 式のような4×3の行列で表現できるとする。ここで (X. Y. Z) は空間座標であり、(x, y) は画像座 [0037] {0036}例えば、カメラ2のカメラパラメータが次

3 613 914

ন্ত

2

特開2002-352225

5

$$\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} = 0$$

y1) から (x2、y2) に変換する次式の関係が得ら (1) (2) (3) 式を運立して解くと、 (x),

***** [0040]

[数8]

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7_{11} & 7_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

4

メラ2の画像の位置に変換できることを示している。逆 あれば (4) 式により、カメラ1の画像の位置から、 れないことを示している。 たさないので、(4)式の変換では、同じ位置に変換さ にいえば、道路平面上に無い点は、(4)式の関係を消 この式が画像変換了である。そして、道路平面上の点で £

されていれば固定値になることも明らかである。従っ 9個の値を記憶すればよい。 て、変換パラメータとしては、 г 1 1から г 3 3までの 【0041】この変換パラメータは2つのカメラが固定

は、カメラ2画像から障害物を含むような道路上の走行 ワーン知識を夜出する。 【0042】(フーツ夜三貫16)フーツ夜三貫16

て見つけ出された自車前方の走行レーン内や、その隣接 Hough変換等の処理で得られる自線検出結果を用い レーン内の領域などである。 【0043】例えば、カメラ2画像に対しエッジ校出、

して説明を進めていく。 るために、走行レーンを検出して得られるレーンを想定 クである必要は無い。しかし、以下では説明を簡単にす あれば、通常自録によって明示的に示されるレーンマー いてもかまわない。但し、道路面上の領域を検出可能で 【0044】レーン検出手法は既存のいかなる手法を用 8

は、もちろんそのレーン彼出結果を用いてもよい。 き等を求め画像変換下の補託を行っているような場合に メラ 2 画像のレーン検出結果から自中の振動や路面の傾 [0045]また、従来手法のようなカメラ1画像、カ

は、ワーン夜出郷16で得られたワーン夜出結果から (国保上の) フーン領域内の資々な国保ラインの、道路 20 [0046] (類似促計算部18) 類似皮計算部18で

像川及びカメラ2画像一変換画像間の割似度を計算す ら次々と処理領域を設定し、カメラ1画像-カメラ2画 **而上にある大きさの障害物が存在するものと仮定しなが**

縦方向をいう × 軸方向とは画面の模方向をいい、 y 軸方向とは画面の 【0047】処理領域の設定例を図5に示す。ここで、

面)は、カメラから障害物までの距離に対し、平面と見 次々と設定する。 障害物平面と道路の接地線と仮定し、この接地線の幅 ン(×雪に平行なライン)にしいて、これらのシインを 版せるものとする。このときレーン領域内の各画像ライ y 座標値からカメラ2画像上における矩形の処理領域を し、その阿当物の表面(つまり画像として機像される (国領土たの×南方向のフーン語になる) や国領土たの 【0048】自車のほぼ前方に陥害物が存在するものと

出したい障害物の大きさの範囲から適当に決める。 領域の高さは、前記ソ座標値から決定する。これらはレ レーン幅または前記ソ座標値から決定する。また、処理 ラインに殴らず、×軸に対し気忿していてもよい。 接地線を示すものであれば、上記のような×軸に平行な ーン幅またはy 胚標値の関数として表し、この関数は検 【0050】処理筋域のレーン内における位置と幅は、 【0049】なお、画像ラインは、障害物平面と道路の

るカメラ1画像と変換画像上の領域を設定する。 [0051] 次に、カメラ2画像上の処理領域に対応す

関域とする。 メラ 2 画像上の処理領域の下端を画像変換に用いた変換 Tの逆変換T−1によって変換した同一の大きさを持つ 【0052】カメラ1画像上の対応する処理領域は、カ

(つまり処理領域の最下部の画像ライン) におけるステ いる。変換画像上の処理領域はカメラ2画像の領域と画 レオカメラによって生じる視意を相殺する変換となって [0053] ここで、逆変換T-1は、仮定する接地線 像上の座標が同一となる領域とする。

n) &SAD (Sum of Absolute Dif 10 [0054] これらの設定した領域に対し、カメラ1画 像一カメラ2画像間、カメラ2画像一変換画像間の各々 ference), SSD (Sum of Squar c Difference) 等を類似度として用いるこ で類似度を計算することになる。正規化相互相関(no rmalized crosscorrelatio

[0055] (稻香物判定部20) 陷害物判定部20元 は、類似度計算部18で求めたカメラ1画像-カメラ2 阿像間の類似度 (類似度Dと呼ぶ)、カメラ2画像一変 校画像間の類似度 (類似度Pと呼ぶ)を用い、 K=類似度D-類似度P

とが可能である。

[0056] (具体例) 以下ではいくつかの典型的な路 面の状態を考え、式(5)からどのように障害物を検出 から時部物を検肌する。 するのかを説明する。

[0057] ここでは前方の道路面上の道路領域に附害 物があり、下記の4つの路面状態を考える。

の表示のような画像上で2次元的なパターンとなって現 [0058]・第1の路面状態・・・「止」や速度制限 れる模様がある場合(図6参照)。

[0059]・第2の路面状態・・・路面に模様が殆ど 無い場合 (図7参照)。 [0060]・第3の路前状態・・・ 停止線や路面の線 目、道路側壁や周辺の構造物の影により、路面上に一次 元的な強いパターンがある場合(図8参照)。

【0061】・第4の路前状態・・・雨天時のような路 面が濡れた状態で、障害物や周辺構造物の虚像が路面上 に映り込む場合(図9参照)。

り、値が大きい程類似度が高いものとして説明する。ま た 前述のように 説明を簡単にするために、カメラ1画像 ーカメラ2両像間の類似度を類似度D、変換画像ーカメ [0062] なお、以下では類似度は0~1の値をと ラ2画像間の類似度を類似度Pと呼ぶ。

て現れる模様(テクスチャ)がある場合について説明す まず、はじめに、図6のように「止」や速度制限の表示 やマンホール等の、画像上で2次元的なパターンとなっ [0063] (5) 第1の路面状態

[0064] 図6の各画像上の破線によって示した矩形 は、カメラ2画像上で設定した処理領域と、それぞれ対 応する処理領域の代表的な例を示している。

(y)、 粒似度 P (y)、 粒似度 D (y) - 類似度 P 【0065】これらの対応する処理領域間で類似度D

[0066] 擬価は対応するカメラ2画像のy 座標 (画 **象経方向の座標)、積軸を類似度あるいは類似度の差を** (y)を計算した結果例を図中右側に表している。

チャがあるとき (図中の領域a)、類似度D (y) は処 **型領域の限下部 (つまり仮定した車両と路面の接地線で** て変換されているため一致するが、処理領域内のそれ以 外の部分は仮定(つまり平面)を満たさないため処理領 【0067】処理領域内の路面上に強い2次元的テクス ある画像ライン)はステレオカメラによる祝差を考慮し 域内の殆どでテクスチャが一致せず小さな値をもつ。

[0068] 一方、類似度P(y)は、カメラ1画像の 路面上の画業が正しくカメラ2画像に対応する画業に変 **換されることから、2つの処理領域間で画像パターンが** 一致し、高い値を持つことになる。

て処理領域を変えていくと、処理領域を設定した際の仮 定(阿吉物と道路面の接地線)と画像中の障害物の接地 位間が一致した時(図中の領域c)に類似度D(y)は **歪みを持って変換されているため、類似度P(y)は小** 高い値を持ち、変換画像上の障害物は画像変換によって [0069] 次々とy 軸方向に沿って画像ラインを変え さな値をもつことになる。 20

c)では、使用する類似度の特性にもよるが、例えば正 規化相互相関の場合には中間的な値を持ち、図中のグラ [0070] これらの中間的な処理領域(図中の領域 フのような類似度を持つ事になる。

以度D(y)についてピーク位間探索等の解析を行えば [0071]従って、このような路面状態においては類 障害物を依旧することも可能であるが、同様に式 (5) を用いても検問可能である。

次に、図7のような路面に模様が殆ど無い場合について [0072] (2) 第2の路面状態 説明する。

ら第4の路面状態については対象とする処理領域が路面 しても第1の路面状態と違いはない。このため、第2か [0073] なお、接地数と障害物平面の仮定がほぼ一 **致する場合 (図中c) は、路面の状態が異なっていたと** を含んでいるときに限定して説明する。

【0074】類似度P(y)は第1の路面状態と同様に 高い値を持つ。 [0075] 類似度D(y)は、類似度として使用する で殆ど特徴の無いテクスチャは、正規化相互相関ではほ め小さな値を持つ。また、SAD、SSDのように正規 化を行わない統計 肝では、カメラ1とカメラ2の光学的 統計型によって異なってくる。例えば、路面の様に一様 ば無相関の信号の相互相関として扱われることになるた な特性がほぼ同じであれば、類似度は高く(つまりSA D, SSD値が小さい) なる。

の路而状態のように類似度D(y)からだけでは障害物 【0076】このため、使用する統計量によっては第1 25

を検出できないが、類似度P (y) が高く式(5) は負 または小さな正の値をもつことになるため、式(5)に **ついてピーク位置の探索等の解析を行えば障害物を正し** く検出できることになる。

[0077] (3) 第3の路面状態

次に、図8のような路面上に停止級や道路の総目、道路 周辺の構造物による影等の一次元的な強いテクスチャが 存在する場合について説明する。

場合(図中の領域3)について、本来、カメラ1画像と [0078]処理領域内にこの強いテクスチャがあった カメラ2回像のそれぞれの処理領域内のテクスチャには が、テクスチャが一次元的であるためその「ずれ」が類 ステレオ祝遊による「ずれ」が生じているはずである 似度に反映されない。 [0079] したがって、仮定を満たしていない処理領 域にもかかわらず類似度D (y) が高くなり、類似度D (y) からだけでは障害物を正しく依出できないことが

元的か2次元的かによらず、カメラ1画像の路面テクス 20 し、類似度 b (y) は高い値を持つことになるため、第 【0080】しかしながら、路面上のテクスチャが一次 チャは画像変換によってカメラ2画像の対応画器と一致 1、第2の路面状態と同様に、式(5)からこのピーク 位置の探索等の解析を行うことによって障害物を検出す ることができる。

図9のような障害物や周辺構造物の虚像が路面上に映り [0081] (4) 第4の路面状態 込む場合について説明する。

の負の高さの物体によるステレオ視差による「ずれ」が [0082] 仮に路面が鏡面と仮定した場合、見掛け上 つ。 一方、類似度 b (y) も、カメラ 1 画像上の映り込 みが高さを持つ物体同様、歪みをもって変換されること 処理領域内に発生し、類似度D (y) は小さな値を持 になるため、小さな値をもつことになる。

[0084] 統面反射成分が少ない場合には、第1、第 合には、前述の純粋な鏡面反射が起きる場合に近い結果 路面は路面テクスチャに水駁による障害物や周辺環境に 2の路面状態に近い結果となり、鏡面反射成分が多い場 [0083] 一般的に雨天時のような濡れた路面では、 よる鏡面反射成分を含んだ画像として撮像される。

の探索等の解析を行えば障害物位置を検出することがで (y) はどちらも近い値をもつため、類似度D(y)と **類収度 L (A) に対して式 (2) を適用し、ピーク位置** となる。いずれの場合も類似度D(y)と類似度P

[0085] (5) まとめ

(5)のピーク位置等の解析を行うことにより路街物を 以上をまとめると、自取のほぼ前方に障害物が存在する とき、上記第1から第4の全ての路面状態において、式

検川することができることになる。

のは問題がある。このため式(5)の結果に対し閾値処 は、式(5)のピーク位置を画像中の障害物位置とする 理をし、閾値以上の結果に対してのみピーク位置を探索 [0086] 但し、前方に障害物が存在しない場合に

使用しているカメラの特性から実際の距離情報等に変換 するなどして、警報装置10や自動車の制御价報として [0087] 原書物判定部20で求めた障害物位置は、

【0090】障害物を自車に近いと仮定した場合(画像 下部)には処理領域が大きくなるため、マルチスケール 処理は使用する画像処理装置10の演算性能が低い場合 や、類似度として用いる統計品の演算コストが高い場合 に特に有効である。

0では、式(5)に対し岡値処理をして昭咨物位置を決 [0091] (変更例2) 上記実施例の障害物判定部2 定していた。図6から図9で図示したように、式(5) [0092]従って、

(数9)

 $\sum K_{th}(y)=0$

を満たす時には陥害物は無いとして、閾値処理を行い、 それ以外のKinに対し、 [数10]

8 では設定した処理領域に対して類似度D (y) 及び類 【0094】(変更例3) 上記実施例の類似度計算部1 [0093] 但し、aは0から1の定数である。

め、その最大値を類似度D(y)または類似度P(y) 辺を処理領域を移動させながら最大となる類似度を求

変換丁の補正を行わず、自車の揺れや道路面の傾き等に として出力してもよい。

<u>@</u>

特開2002-35225

し、画像上での障害物位置として出力する。

用いられる。

[0088] (変更例1)以下、変更例について説明す

率の格小画像(マルチスケール画像)を各々生成し、設 数)を用いて使用するスケール画像を選択し、松小画像 上の対応領域で類似度D(y)及び類似度P(y)を求 像、カメラ2画像及び変換画像の1つ以上の異なる絡小 [0089] 類似度計算部18において、カメラ1画 定された処理領域の高さまたは幅あるいは而積(画案 め川力するようにしてもよい。

は一般的に障害物位置を中心にして広がりを持つ。

 $|\alpha \sum_{y} K_{th}(y) - \sum_{y} K_{th}(y)|$

を碌小とするy0 を求め、y0 を障害物位置として

ラ画像1または変換画像上で設定した処理領域のその周 【0095】カメラ2画像で設定した処理領域と、カメ 以度P (y)を求めていた。

【0096】特に、この処理は、従来手法のような画像

3

よって生じる画像変換の変換観差がある場合に有効であ

似度D(y)、類似度P(y)から障害物位温を検出し y 座議館について 1 つの処理領域を設定して得られる数 8及び路路物型定路20では、カメラ2回像上の1つの 【0097】(変更例4)上記契施例の類似度計算部1

て各国数母に行い昭寧物位置を求めてもよい。 審物位置を上記実施例の障審物判定部20の処理によっ **邱に慰収田(y)と慰収度P(y)を求めてから、腎** る関数を2つ以上用意し、各関数で数定される処理領域 メラ画像2の処理質域(の位置、幅、高さを)を決定す 【0099】この時、最も自中に近い路雷物を選択して 【0098】これに対し、類反珉計算四18においてカ

出力しても、あるいは複数の腎部物位類を出力してもよ い。この位置情報を使用する即貨裝置10の形態に応じ てどちらかを選択することになる。

メラ1画像及び変換画像上で同じ大きさの処理領域を数 8では、カメラ2画像上で処理領域を設定してから、カ 【0100】(変更例5)上記変施例の類似度計算部1 8

両接地数を共有する異なる大きさの2つの処理領域を数 処理領域を設定してから、類似度D(y)と類似度P 定してから、カメラ1 画像と奴核画像上で各々対応する 【0101】これに対し、カメラ2画像上で仮定する単 (y)を求めても良い。

8 では、新似度計算で使用する処理領域を全て矩形とし 【0102】(変更例6) 上記波施例の類似度計算部1

同様の条件 (光軸平行、回転が無い) を満たすような第 いによって本発明の本質は何ら変わるものではない。 も同様に行い障害物位置を求めてもよい。 **る処理と同様の処理をカメラ3、カメラ2画像に対して** 3のカメラを自中に設置し、カメラ1とカメラ2に対す **ラについて浜癌肉を説引してきたが、ステレオカメラと** 【0104】(変更例7)本発明では左右の2台のカメ

であれば任意の領域形状を選んでもよい。 領域形状の追 似、変換画像上の全てで、同じ形状の処理領域を持つの

【0103】これに対し、カメラ1個像、カメラ2回

30

になるが、障害物位置を使う制御装置10に応じて、自 【0105】このとき2つの阿音物位置が得られること 40

> 資情報として出力する。 **車に距離が近い障害物の位置または2つの位置情報を制**

道路面上の車両や歩行者を検出する交通監視システム が、例えば、地上の構造物にステレオカメラを固定して 置の計測等にも応用可能である。 や、FA応用における作業台面(基準平面)上の物体位 を非に搭載して陪沓物を検出することに関して記述した 【0106】(変更例8)本実施例は、ステレオカメラ

[0107]

天時の映り込みによる虚像の影響を受けることなく路面 ることにより、道路面に存在する様々なテクスチャや関 の各々の対応領域間の類似度を求めて、その差を解析す テレオカメラ画像間、ステレオカメラ画像-変換画像間 応付けるような変換によって変換された画像を用い、ス メラ画像とステレオカメラ画像の道路領域間の画案を対 上の母当物を検出できる。 【発明の効果】以上により本発明であると、ステレオカ 【図面の簡単な説明】

構成である。 【図1】本発明の一実施例を示す障害物検出装置の全体

【図2】自単の形根の剣である。

【図3】画像変換を説明するための図である。

【図4】画像変換を説明するための図である。

【図5】仮定する障害物と各画像の処理領域の関係であ

い模様がある場合である。 【図6】第1の路面状態における路面上に2次元的な強

【図7】第2の路面状態における路面上に強い模様がな

い模様がある場合である。 【図8】第3の路面状態における路面上に1次元的な強

祝下の場合である。 【図9】第4の路面状態における映り込みが発生する状

【符号の説明】

障害物檢出装置

画像入力部

画像変換部

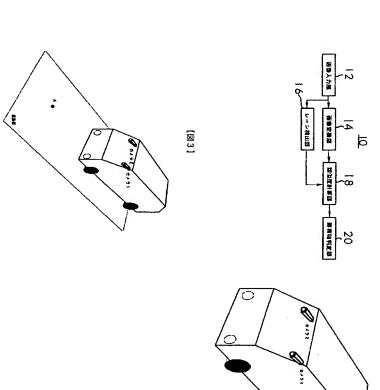
フーソ夜三郎

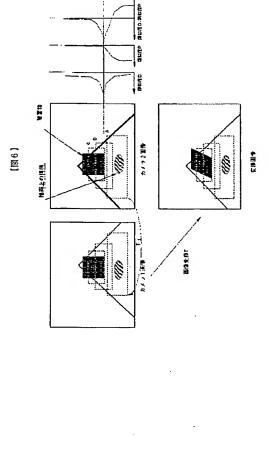
類似度計算部

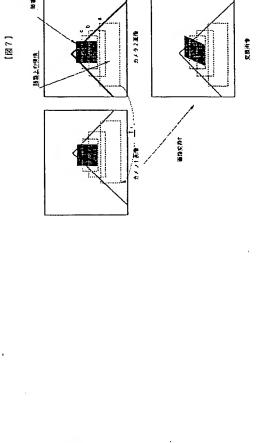
障害物判定部

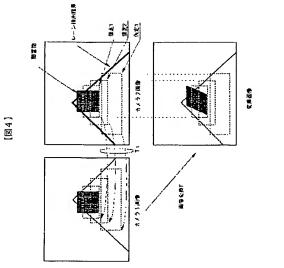
[図]

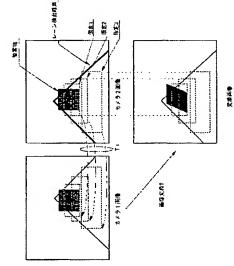
(図2)











(図2)

(13)

[図8]

(72) 発明者 小野口 一則 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 体 式会社東芝研究開発センター内 フロントページの概念 D. ... BUSE 原金百香 カメラ2面角

40110 Shine Tong [2] 9] カメラ2電像 SATISTICATION CONTRACTOR CONTRA

> F ターム(参考) 58057 AA16 BA11 CA12 CA16 CB13 CB20 DA06 DA11 DA17 DC38 5H180 AA01 CCC4 LLO1 LLO2 LLO4 LLO6 LLO9 5L096 AA09 BA04 CA05 DA05 FA70 GA08 GA30 HA01 JA03 JA16 LA01

•					
			~		
			- 1		
	<u> </u>				